

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz:

# PATENTSCHRIFT

(19) DD (11) 263 179 A1

4(51) H 05 K 3/02  
B 32 B 15/08  
C 08 J 3/24

## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 05 K / 305 116 5 (22) 20.07.87 (44) 21.12.88

(71) ingenieurhochschule Mittweida, Platz der DSF 17, Mittweida, 9250, DD  
(72) Bechtloff, Udo, Dr.-Ing.; Reiße, Günter, Dr. sc. nat.; Exner, Horst, Dr.-Ing.; Kipping, Gernot, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren zur lokalen Vernetzung von Polymeren

(55) Lokale Vernetzung, Polymere, Substratmaterialien, Energiestrahl, anorganische, organische und metallische Zusätze, Polymerstrukturen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur lokalen Vernetzung von Polymeren, die flächenhaft auf beliebige Substratmaterialien aufgebracht, nachfolgend mit einem Energiestrahl lokal vernetzt und die nichtvernetzten Bereiche mit einem geeigneten Lösungsmittel abgelöst werden. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß folgende Verfahrensschritte durchgeführt werden. Ein nichtleitfähiges Basismaterial wird mit einem Polymer, dessen reaktive Gruppen unter dem Einfluß eines Energiestrahles vernetzen und das durch entsprechende anorganische, organische bzw. metallische Zusätze an die gewünschten mechanischen und elektrischen Eigenschaften angepaßt ist, flächenhaft beschichtet. Die reaktiven Gruppen des Polymeren werden thermisch aktiviert und anschließend mittels Energiestrahl lokal vernetzt. Die nichtvernetzten Bereiche des Polymeren werden mit einem geeigneten Lösungsmittel abgelöst und die lateralen Polymerstrukturen durch thermisches Nachbehandeln vollständig vernetzt.

ISSN 0433-6461

9 Seiten

1  
Patentansprüche

1. Verfahren zur lokalen Vernetzung von Polymeren, in die verschiedene Fremstoffeinlagerungen wie Graphit oder andere elektronenleitende Materialien und / oder Metalle, insbesondere Armco - Eisen oder Nickel, zur Realisierung von isolierenden als auch unterschiedlich elektrisch leitfähigen lateralen Schichtstrukturen eindispersiert sind, diese Polymere nach einem bekannten Verfahren, beispielsweise durch Auftragen als Paste auf beliebige Substrate, vorzugsweise organisches Basismaterial für Leiterplatten, flächenhaft aufgebracht werden, gekennzeichnet dadurch, daß die Polymerschicht voraktiviert wird, durch Energiestrahlen lokal vernetzt wird und das durch nachfolgendes Ablösen der nichtvernetzten Polymerbereiche mit Hilfe geeigneter Lösungsmittel vorgegebene laterale Polymerschichtstrukturen erzeugt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vernetzung der Polymerschicht, mit Laserstrahlen, beispielsweise mit einer Wellenlänge von  $10,6 \mu\text{m}$ , bei einer Leistungsflußdichte von  $10^4$  bis  $10^6 \text{ W cm}^{-2}$  und lateralen Bearbeitungsgeschwindigkeiten von 0,1 bis  $100 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$  erfolgt.

### Beschreibung der Erfindung

### Verfahren zur lokalen Vernetzung von Polymeren

### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung ist auf den Gebieten der Technik anwendbar, in denen laterale Leit- und Widerstandsstrukturen zum Einsatz kommen.

Dazu gehören:

Ein- und Mehrebenenleiterplatten  
Mehrschichtstrukturen  
Hybridschaltkreise

### Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Laterale Leitbahnstrukturen auf isolierenden organischen Basismaterialien werden gegenwärtig nach zwei technologischen Varianten hergestellt, wobei eine Unterteilung in subtraktive bzw. additive Technologien erfolgt. Die am weitesten verbreitete Subtraktivtechnologie geht von einem metallkaschierten isolierenden Basismaterial aus, bei dem nach Übertragung des Leitbahnmusters von einer Fotovorlage die späteren Leiterzüge durch ein geeignetes Material abgedeckt und die ungeschützten Stellen durch ein Ätzverfahren entfernt werden.

Additivverfahren verwenden unkaschiertes Basismaterial, bei dem die für die Schichterzeugung notwendigen katalytischen Stellen über eine Fotovorlage auf dem Basismaterial erzeugt bzw. über eine Schablone in Form eines Siebes auf das Basismaterial übertragen werden. An diesen katalytischen Stellen beginnt der Aufbau der metallischen Leiterzüge

/Hermann, Handbuch der Leiterplatten-technik Eugen G. Leunze Verlag, Saulgau/Württ. 1982/

In anderen Verfahren werden mit Metallen oder anderen leitfähigen Pigmenten versehene Polymerpasten direkt auf Trägermaterialien gedruckt und diese Pasten anschließend ausgehärtet.

/Hanke, Fabian: Technologie elektronischer Baugruppen - Berlin 1975/

Allen gemeinsam ist, daß zur Erzeugung des gewünschten Leitbahnmusters ein Filmzwischenträger angefertigt werden muß. Dieser Filmzwischenträger löst die vorher digital abgespeicherten Leitbahnstrukturen wieder in analoge Informationen auf, ohne dabei zusätzliche Informationen bzw. einen Genauigkeitsgewinn zu erreichen. Diese Filmzwischenträger unterliegen einem hohen Verschleiß und sind bei Musterleiterplatten ebenso nötig, wie bei der Fertigung von Leiterplatten in großen Stückzahlen. Entspricht das Leitmuster auf dem Film nicht den Anforderungen, so ist die Fotovorlage zu verwerfen und eine neue anzufertigen. Dieser Vorgang wiederholt sich bis zum Abschluß der Entwicklungsarbeiten ständig.

Es sind auch Verfahren bekannt, bei denen ein Laser die Oberfläche eines lichtempfindlichen ganzflächig aufgebrachten Fotopolymers rasterförmig abtastet und dabei das Leiterbild in die fotopolymere Schicht einschreibt, die dadurch vernetzt bzw. zerstört wird und die nicht bzw. vom laserstrahlgetroffenen Flächen werden mit geeigneten Lösungsmittel abgewaschen.

Die so erzeugten polymerstrukturen dienen nur als Hilfsmittel für notwendige Galvano - bzw. Ätzschritte und sind nach deren Beendigung wieder zu entfernen

/Tsao, J.Y.; Ehrlich, D.J.: Appl. Phys. Lett. 42, 12 (1983) 997 - 1000/

Die gegenwärtig bekannten Verfahren sind im Stadium der Entwicklung wenig flexibel und in ihrer minimalen Strukturbreite begrenzt.

### Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, mit einem material- und zeitsparenden Verfahren laterale Leit-, Widerstands- und Isolationsstrukturen herzustellen. Durch den Wegfall von Filmzwischenträgern ist dieses Verfahren besonders zur Herstellung von Musterleiterplatten und durch den Einsatz fokuserter Energiestrahlen zur Herstellung von Konturabmessungen < 200/ $\mu$ m geeignet.

### Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Entwicklung eines Verfahrens zur lokalen Vernetzung von flächenhaft auf beliebige Substratmaterialien aufgebrachten Polymeren, die zu realisierende Leit- und Widerstandsstrukturen darstellen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß folgende Verfahrensschritte durchgeführt werden:

- Beschichten einer nichtleitfähigen Substrat-oberfläche mit einem Polymer, dessen reaktive Gruppen unter den Einfluß eines Energiestrahles lokal vernetzen und das durch entsprechende anorganische bzw. metallische Zusätze an die gewünschten mechanischen und elektrischen Eigenschaften angepaßt ist.
- Thermisches Aktivieren der reaktiven Gruppen des Polymeres im Umluft- oder Infrarottrockenofen
- Lokale Vernetzung des Polymeres mittels Energiestrahlen (z.B. Laser oder Elektronenstrahl)
- Ablösung der nichtvernetzten Polymerbereiche mit einem geeigneten Lösungsmittel (z.B. Aceton)

- Thermische Nachbehandlung der lateralen Polymerstrukturen zur Erzielung der gewünschten elektrischen und mechanischen Eigenschaften. (z.B. Infrarotaushärtung)
- Metallisierung der als Leitbahn vorgesehenen Polymerbereiche zur Erzielung eines niedrigen Flächenwiderstandes

Diese Verfahrensschritte sind beliebig oft wiederholbar, um Mehrschichtanordnungen zu erreichen.

Die für dieses Verfahren benötigten Polymere bestehen vorzugsweise aus thermisch härtbaren Harzkombinationen, in die je nach Anwendungsfall Graphit-, Ruß-, oder andere elektronenleitende Bestandteile, Aluminiumoxid, Titandioxid und / oder Metallpulver eindispersiert sind. Die Herstellung der Polymere und ihre Zusätze sowie die Verarbeitung erfolgt nach bekannten Verfahren.

Zur Erzielung eines besonders niedrigen Flächenwiderstandes empfieilt sich eine chemische (außenstromlose) Metallisierung der als Leitbahn vorgesehenen Strukturen. Die durch den Energiestrahl vernetzten Polymere übernehmen die Rolle einer Funktionsschicht und verbleiben somit auf dem Substrat.

**Ausführungsbeispiel:**

1. Zur Herstellung von lateralen Leitbahnstrukturen mit Strukturbreiten  $\leq 200 \mu\text{m}$  auf organischen Basismaterialien für Leiterplatten, insbesondere für die SMD-Technologie und Hybridtechnologie werden erfundungsgemäß folgende Verfahrensschritte durchgeführt:

Auf das gereinigte Substratmaterial, hier Hartpapier oder Cevaosit, wird mittels eines Beschichtungsverfahrens wie z.B. der Siebdrucktechnik eine elektrisch leitfähige Polymerpâte, bestehend aus einem heißhärtenden Epoxidharz und eindispersierten Bestandteilen wie Ruß, Graphit und Nickelpartikel mit einer Körngröße  $\leq 30 \mu\text{m}$  mit einem Anteil der Füllstoffe bis maximal 80 %, flächenförmig aufgebracht und bei einer Temperatur von  $180^\circ\text{C}$  1 min im Umluftofen thermisch voraktiviert.

Das so vorbehandelte Leiterplattenbasismaterial wird auf dem Bearbeitstisch einer mikrorechnergesteuerten Laseranlage befestigt und in dessen Arbeitsspeicher die Daten für die zu realisierenden lateralen Leiterbildstrukturen eingelesen. Mit dem Start des Programmes erfolgt eine selektive Vernetzung des Epoxidharzbindemittels in den vom Laserstrahl überstrichenen Bereichen. Als Laser wird ein  $\text{CO}_2$  - Laser mit einer Wellenlänge von  $10,6 \mu\text{m}$ , einer Leistungsflußdichte von  $10^5 \text{ W cm}^{-2}$  und einer lateralen Bearbeitungsgeschwindigkeit von  $100 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$  eingesetzt.

Anschließend werden die nichtvernetzten Polymerbereiche mit Hilfe von Aceton von der Oberfläche abgewaschen und thermisch bis zur vollständigen Vernetzung bei  $180^\circ\text{C}$  über 3 Stunden nachbehandelt. In einem nachfolgenden Schritt wird die mit Chromschwefelsäure bei  $50^\circ\text{C}$  vorbehandelte und mit Wasser gespülte Leiterplatte in ein chemisches Metallabscheidungsbad getaucht, worauf sofort die Beschichtung auf der gesamten Leiterbahnoberfläche eingesetzt.

Die erreichbare Schichtdicke der Metallischicht ist von der Verweilzeit im Bad abhängig. Ein abschließend aufzubringender Überzug über die Leitbahn schützt vor Korrosion durch die Umgebung.

Die so hergestellten Leiterplatten zeichnen sich durch Strukturbreiten  $< 200 \mu\text{m}$  eine hohe Flexibilität bei der Realisierung aus.

2. Zur Herstellung von Mehrschichtanordnungen, speziell für den Einsatz in der Hybridtechnik, werden erfindungsgemäß folgende Verfahrensschritte durchgeführt:

Auf das gereinigte Substratmaterial, hier temperatur- und dimensionsstabilisiertes Leiterplattenbasismaterial, wird, z.B. in Siebdrucktechnik, die Polymerpaste zur Realisierung von Leitbahnstrukturen flächenförmig aufgebracht und bei einer Temperatur von  $180^\circ\text{C}$  1 min im Umluftofen voraktiviert.

Mit Hilfe einer mikrorechnergesteuerten Laseranlage, der Wellenlänge von  $10,6 \mu\text{m}$ , einer Leistungsflußdichte von  $10^5 \text{ W cm}^{-2}$  und einer lateralen Bearbeitungsgeschwindigkeit von  $100 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$  erfolgt eine lokale Vernetzung der als leitbahnvorgesehenen Polymerbereiche. Die nichtvernetzten Bereiche werden mit Aceton abgewaschen.

Anschließend erfolgt in einem chemisch reduktiven Nickelbad die Beschichtung mit einer  $5 \mu\text{m}$  dicken Ni-Schicht. Als weiterer Arbeitsschritt schließt sich das Aufdrucken der als Widerstandsschicht vorgesehenen Polymerpaste an, die nach der entsprechenden Voraktivierung ebenfalls durch den Laserstrahl selektiv vernetzt wird und die nicht als Widerstände benötigten Bereiche werden mit Hilfe von Aceton abgewaschen.

Danach erfolgt der Druck der Isolutionspaste, deren Voraktivierung und laterale Vernetzung mit Hilfe des programmgesteuerten Laserstrahles und ein Abwaschen der nichtvernetzten Bereiche.

Zur Realisierung komplexer Schaltungen ist dieser Schichtaufbau beliebig oft wiederholbar.

Im letzten Arbeitsgang erfolgt eine vollständige Ver-  
netzung der Polymerbereiche bei 180° C über 3 Stunden  
im Umluftofen.

Die so hergestellten Mehrschichtanordnungen können  
ohne Filmzwischenträger direkt vom rechentechnischen  
Entwurf aus realisiert werden. Minimale erreichbare  
Leiterzugbreiten liegen in der Größenordnung zwischen  
80 und 100  $\mu$ m

THIS PAGE BLANK (USPTO)